

TARTU ÜLIKOOL
Sporditeaduste ja füsioteraapiainstituut

Markus Paas

Jõutreeningu mõju peamistele füsioloogilistele näitajatele jalgrattaspordis
Effects of strength training on important physiological characteristics in cycling

Bakalaureusetöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja:
PhD J. Mäestu

Tartu 2016

Sisukord

Sissejuhatus	3
1. Ülevaade maantee jalgrattaspordist, võistlustest ja võistlejatest	4
1.1 Meesjalgratturite kõrgetasemeliste võistluste iseloomustus	5
1.2 Erinevate ratturitüüpide võrdlus	8
1.3 Jalgratturite füsioloogiline iseloomustus	9
1.3.1 Professionaalse meesjalgratturi maksimaalsed ja submaksimaalsed füsioloogilised parameetrid	9
1.3.2 Erinevate ratturitüüpide maksimaalsete ja submaksimaalsete füsioloogiliste näitajate võrdlus	10
2. Rattaspordis olulisemate jõuliikide arendamine	11
Lihasvastupidavus ja jõuvastupidavus	12
Põhijõud	13
Plahvatuslik jõud	14
Maksimaalne jõud	14
3. Jõutreeningu mõju peamistele füsioloogilistele näitajatele jalgrattaspordis	15
3.1 Samaaegse jõu- ja vastupidavustreeningu mõju organismile	15
3.2 Jõutreeningu mõju ratturi ökonoomsusele ja efektiivsusele	16
3.3 Jõutreeningu mõju lihasmorfoloogiale ja pikaajalisele vastupidavusele	17
3.4 Jõutreeningu mõju finishi eelsele kiirendusele peale pikaajalist aeroobset tööd	21
3.5 Jõutreeningu mõju eraldistardi võimekusele ja maksimaalsele võimsusele jalgrattaspordis	23
3.6 Tabel treenitud jalgratturite peal tehtud varasematest uuringutest	25
3.7 Jõutreeningu mõju organismi laktaadi taluvusvõimele	26
Kokkuvõte	29
Viited	30
Summary	33

Sissejuhatus

Käesoleva töö eesmärgiks on analüüsida jõutreeningu mõju olulistele füsioloogilistele näitajatele jalgrattaspordis. Töö keskendub suuresti mees-maanteeratturitele, kuid mõningates uuringutes on osalenud ka naisrattureid. Sellise teema valikuni jõudsin tänu oma rattaspordi taustale. Enne Tartu Ülikooli astumist tegelesin 12 aastat jalgrattaspordiga, esindasin Viljandi Rattaklubi, Eesti juunioride maanteekoondist ning Prantsusmaal asuvat amatöörkлубi EC Mayenne. Ülikooli teisel õppeaastal valisin raskejõustiku suuna. Selle suuna valisin ma kuna selleks ajaks enam aktiivselt jalgrattaspordiga ei tegelenud ning huvi oli hakanud pakkuma jõutreening. Seeläbi tunduski, et oleks loogiline valida bakalaureusetöö teema just neid kahte spordiala kombineerides.

Jalgrattaspordis kasutatakse jõutreeninguid enamasti hooajaeelsel ettevalmistusel ning vähemal määral ka hooajasisesel perioodil jõunäitajate säilitamiseks või tõstmiseks. Hooajaeelsel treeningperioodil on just saalis tehtavad jõutreeningud parimaks vahendiks millega tõsta jalgratturi jõunäitajaid. Seeläbi leian, et on oluline teada ka õigeid treeningmeetodeid selleks, et talvine ettevalmistusperiood annaks jalgratturile parimaid tulemusi. Oma sportlastee jooksul kasutasin ma raskustega jõutreeninguid hooajasisesel perioodil väga vähe. Seda seepärast, et kartsin samaaegse jõu- ja vastupidavustreeningu liigset koormust. Samuti arvasin, et ainuüksi vastupidavustreeningud on parim viis arendada rattaspordile olulisi näitajaid. Seetõttu võtsin ka oma töö eesmärgiks uurida, kas minu kahtlustel oli alust.

Käesoleva bakalaureusetöö peamine eesmärk on eelkõige uurida kas jõutreening mõjub erinevatele vastupidavusnäitajatele ja võistlussooritusele erinevatel võistlusformaatidel positiivselt või hoopiski negatiivselt. Kui jõutreeningu mõju on positiivne siis milliste füsioloogiliste näitajate arvelt potentsiaalne vastupidavuse areng toimub.

1. Ülevaade maantee jalgrattaspordist, võistlustest ja võistlejatest

Maantee jalgrattaspordis kestavad meeste võistlused alates ühest tunnist (näiteks eraldistart maailmameistrivõistlustel) kuni 100 tunnini kolme nädala jooksul mil iga päev sõidetakse ligikaudu 5 tundi (näiteks Tour de France). Kuigi võistlusprotokollides märgitakse kõik tulemused individuaalselt on jalgrattasport siiski kahtlemata meeskonna ala. Seda seepärast, et võistlusel on meeskonnas alati üks või kaks liidrit ning meeskonna ühine eesmärk on aidata liider võidule. Liidri abilised aitavad liidril püsida grupis õigel positsioonil, toovad liidrile saateautost süüa ja juua ning hoiavad teda enda tuules. Abiliste eesmärk on liidri energiakulu hoida võimalikult madalal selleks, et õigel ajal oleks viimasel piisavalt jõudu sooritada otsustav spurt või kiirendus. Kuna sportlastel on erinevad antropomeetrilised näitajad siis kujuneb igaühel välja meeskonnas oma roll. Näiteks ratturid kelle võimsuse ja kehakaalu suhe on vahemikus 0,32 ja 1 peaksid kõige paremini tulemusi tegema tasasel ja ülesmäge võistlustel (Mujika ja Padilla 2001).

Selleks, et mõista milliseid füüsilisi omadusi peab profijalgrattur omama, tuleks kõigepealt vaadata jalgratturite võistluskalendrit. Suures plaanis jaotatakse võistlused ühepäevasõitudeks, 4-10 päeva kestvateks velotuurideks ning 3 nädalat kestvateks velotuurideks (Mujika ja Padilla 2001). Kõige olulisemateks ühepäevasõitudeks peetakse lisaks maailmameistrivõistlustele kevadisi klassikuid nagu Paris-Roubaix ning Tour des Flanders. 4-10 päeva pikkustest velotuuridest on populaarseimad Prantsusmaal peetav Paris-Nice ning Itaalias toimuv Tirreno-Adriatico. Tõenäoliselt siiski kõige paremini iseloomustavad jalgrattasporti ja tõmbavad kõige rohkem tähelepanu 3 nädalased velotuurid nagu Tour de France, Giro di Italia ning Vuelta a Espana (UCI, 2016).

Professionaalsed jalgrattameeskonnad jaotatakse kolme erinevasse kategooriasse, kõrgeim nendest on *UCI World Teams* ning selles kategoorias on registreeritud 18 meeskonda peamiselt Euroopast ja Ameerika Ühendriikidest. Tugevuselt teine kategooria on *UCI Professional Continental Teams* milles on 23 meeskonda ning kolmanda kategooria klubid kannavad nime *UCI Continental Teams* ning neid on kokku 174 meeskonda (UCI, 2016).

1.1 Meesjalgratturite kõrgetasemeliste võistluste iseloomustus

Professionaalse jalgrattaspordi võistlused on kahes erinevas formaadis milleks on eraldistart ja grupisõit. Jalgratturi edu erinevate pikkustega velotuuridel sõltub tema võimekusest kas ühel või mõlemas formaadis (Mujika ja Padilla 2001). Selleks, et optimeerida jalgratturi treeningkavasid ning võistlusstrateegiaid on oluline teada erinevate võistluste füüsilisi nõudmisi jalgratturitele. See, aga on olnud küllaltki raske ülesanne kuna võistluse käigus ei ole võimalik mõõta sportlase hapnikutarbimist või vere laktaadi parameetreid, mis on põhilised intensiivsuse näitajad (Coyle et al 1991). Pulsomeetrite ja võimsust mõõtvate seadmete tulekuga on tekkinud võimalus hinnata nii erinevate võistlusformaatide intensiivsust kui ka raskusastet. Seda tehakse kõrvutades võistluse käigus saadud informatsioon südamelöögi sageduse kohta eelnevalt laboris testide teel saadud informatsiooniga ning võistluse käigus mõõdetud võimsusnäitajatega (Mujika ja Padilla 2001).

Eraldistart maanteerattaspordis tähendab, et iga võistleja läbib distantssi üksi ning tuules sõitmine on keelatud. Võitja on see, kes läbib distantssi kiireima ajaga. Selle võistlusformaadi distantssid varieeruvad enamasti vahemikus 20 ja 60 km. Professionaalsetel eraldistardi võistlustel on spetsiaalsed jalgrattad, mis on oluliselt aerodünaamilisemad kui tavaline grupisõidu võistlusratas.

Padilla et al (2000) teostas uuringu mille eesmärk oli uurida sooritus intensiivsust erinevate pikkuste ja tõusumeetritega eraldistardivõistlustel. Uuring tehti 18 professionaalse jalgratturi peal võrreldes nende võistlustel saavutatud südamelöögisagedust (SLS) laboris testide teel saadud protsentuaalse SLS-ga maksimumist (%SLSmax) ning submaksimaalsete väärtustega nagu SLSaeroobsel lävel (SLSLT) ning SLSanaeroobsel lävel ehk hetkel kui laktaat hakkab veres kuhjuma (SLSOBLA). Kõikide mõõtmiste tulemused on näidatud tabelis 1.

Tabel 1. Füsioloogiliste näitajate keskmised tulemused erinevatel eraldistardi (ES) võistlustel (Padilla et al 2000):

Parameeter	Proloog 12 võistlust	Lühike ES 18 võistlust	Pikk ES 19 võistlust	Ülesmäge ES 8 võistlust	Meeskondlik ES 7 võistlust
Distants (km)	7,3	28,0	49,2	40,6	67,0
Aeg (sek)	594	2324	3975	4495	4521
Kiirus (km/h)	46,3	43,1	44,7	32,5	53,4
SLS (lööki*min)	177	172	162	158	165
%SLSmax	89	85	80	78	82
%SLSOBLA	100	95	89	87	92
%SLSLT	114	108	103	101	105
Võimsus (W)	380	362	347	342	353
%Wmax	89	84	79	77	80

SLS – Südamelöögi sagedus, %SLSmax – protsent maksimaalsest südamelöögi sagedusest, %SLSOBLA – protsent maksimaalsest südamelöögi sagedusest anaeroobsel lävel(laktaadi kuhjumis punktis), %SLSLT – protsent maksimaalsest südamelöögi sagedusest aeroobsel lävel(organismi laktaadi taluvuspiiril), %Wmax – protsent maksimaalsest võimsusest

Uuringu tulemused näitasid, et kõige suurema suhtelise intensiivsusega on lühikesed eraldistardid ehk proloogid, neile järgnesid lühikesed eraldistardid tasasel maal, meeskondlikud eraldistardid, pikad eraldistardid tasasel maal ja kõige väiksema suhtelise intensiivsusega olid eraldistardid ülesmäge (Padilla et al 2000).

Siiski, kui arvesse võeti aeg, mille sportlane veetis kõrgemal kui SLSLT ja SLSOBLA tehti järeldus, et kõige raskem eraldistardi formaat oli meeskondlik eraldistart, sellele järgnes eraldistart ülesmäge, pikk eraldistart, lühike eraldistart ja viimasel kohal olid proloogid (Padilla et al 2000). Selline järjestus, aga ei kajastunud võistluste keskmistes kiirustes. Autorid leidsid, et SLSLT ja SLSOBLA võiksid olla väärtuslikud indikaatorid määramaks sportlasele head kiirust ja intensiivsust eraldistartidele, mis kestavad ligikaudu 30 minutit. Oluline on ka märkida, et uuringualused sõitsid reaalsel võidusõitudel ning meeskonna taktika tõttu ei pruukinud kõik sportlased endast alati maksimumi anda (Padilla et al 2000).

Samasugust meetodikat nagu kasutati eraldistartide intensiivsuse määramiseks, kasutati ka Padilla et al (2001) uuringus, mis keskendus erinevatele grupisõitudele. 17 profijalgratturi füsioloogilised näitajad (maksimaalne võimsus, maksimaalne SLS, võimsuse

ja SLS suhe, OBLA ja SLSLT) fikseeriti laboratoorsete katsete tulemusel ning hiljem võrreldi neid tulemusi võidusõidu käigus mõõdetud SLS-ga. Kõik tulemused on välja toodud tabelis 2. Ratturid osalesid kolme erineva profiiliga võidusõitudel milleks olid 125 lauskmaal sõidetud võidusõitu, 99-pool mägist võidusõitu ja 86 kõrgmägedes sõidetud võidusõitu. Lauskmaal sõidetud võidusõitudeks loeti need mille kõrguste vahe ei ületanud 800m, pool-mägiste võidusõitude kõrguste vahe oli 800-2000m ning kõrgmäestikus peetud võidusõitudeks loeti need mille kõrguste vahe oli suurem kui 2000m (Padilla et al 2001)

Tabel 2. Füsioloogiliste näitajate keskmised tulemused erinevatel grupisõitudel meesjalgratturitel (Padilla et al 2001):

Parameeter	Lauskmaa võistlused	Pool-mägised võistlused	Kõrgmäestiku võistlused
SLS (lööki/min)	119	130	135
%SLSmax	51	58	61
%SLSobla	57	65	69
%SLSLT	65	74	79
Võimsus (W)	192	234	246
%Wmax	45	53	57
Aeg>LT tsoonis (min)	6	13	16

SLS – Südamelöögi sagedus, %SLSmax – protsent maksimaalsest südamelöögi sagedusest, %SLSobla – protsent maksimaalsest südamelöögi sagedusest laktaadi kuhjumis punktis, %SLSLT – protsent maksimaalsest südamelöögi sagedusest organismi laktaadi taluvuspiiril, %Wmax – protsent maksimaalsest võimsusest, Aeg>LT tsoonis – Aeg mis veedeti laktaadi taluvuspiirist kõrgemal

Taaskord tõdeti, et keskmine kiirus ei ole hea näitaja võistluse intensiivsuse ja füsioloogiliste nõudmiste määramiseks, kuna keskmine kiirus lauskmaa võidusõitudel oli keskmiselt 40,7km/h ja kõrgmäestikus oli see 32km/h. Parim näitaja võistluse raskusastme määramisel on seal kasutatud võimsuse ja SLS näitajad. Samade võistluste keskmised SLS-id olid aga vastupidised, lauskmaa sõitudel keskmiselt 119 lööki/min ning kõrgmäestikus keskmiselt 135lööki/min. Kuigi sellised madalad SLS näitajad võivad jätta mulje, et grupisõidud on madala intensiivsusega ei ole see siiski nii. Grupisõitudes vahelduvad tundide jooksul kõrge intensiivsusega spurdid madalama intensiivsusega taastumise perioodidega. Näiteks veetsid ratturid lauskmaa võistlustel 32 ± 29 min, pool mägistel etappidel 58 ± 50 min ning kõrgmäestiku etappidel 93 ± 70 min anaeroobsel lävel või sellest kõrgemal. Uuringu tulemusena väideti, et kõige raskemad ja intensiivsemad on kõrgmäestikus peetavad

võistlused millele järgnevad pool mägised võistlused ja lausmaal peetavad võidusõidud. Samuti vajab märkimist, et erinevatel võistlustel võisid ühe indiviidi näitajad oluliselt kõikuda, seda meeskonna taktika, ilmastiku olude ja muude muutujate pärast (Padilla et al 2001).

1.2 Erinevate ratturitüüpide võrdlus

Professionaalsed maantee-jalgratturid peavad võistlema ja treenima väga erinevates maastikutingimustes (lausmaal, üles mäe ja allamäge) ning erinevates võistlusolukordades (ükski sõites või teiste tuules sõites). Kõikides eelnimetatud olukordades mängivad suurt rolli ratturi antropomeetrilised näitajad (Padilla et al 1999). Näiteks kehakaal mõjutab oluliselt sooritust üles mäe sõites kuna suuremale kehakaalule mõjub rohkem gravitatsioonijõudu. Eesmine kehapindala mõjutab oluliselt ratturi kiirust ükski, tasasel maal sõites kuna see määrab ratturi aerodünaamilisuse (Swain et al 1987). Jalgratturite erinevad morfoloogilised omadused aitavad neid jagada erinevateks ratturitüüpideks ning igal tüübil on erinevatel võistlustel või võistluse faasis oma ülesanne. Erinevateks tüüpideks on lausmaaspetsialistid kelle ülesanne on võistluse kontrollimine tasasel, mägedespetsialistid kelle ülesanne on täita ülesandeid mägedes, eraldistardispetsialistid, sprinterid kelle ülesandeks on võita grupifinisheid ning multifunktsionaalid kes suudavad võrdselt hästi võistelda erinevatel maastikutüüpidel (Padilla et al 1999).

Võttes aluseks Padilla et al (1999) uuringu 24 professionaalse jalgratturi peal näeme, et mägedespetsialistid on teistest ratturitüüpidest oluliselt lühemad ning kergemad, kaaludes kõigest 62 kg ning olles 175 cm pikad. Samuti on mägedespetsialistid kõige väiksema kehapindalaga ja eesmise kehapindalaga mis annab neile eelise üles mäe sõites. Kõige suurema kehapindala ja kehakaaluga on lausmaaspetsialistid kaaludes keskmiselt 76kg ning olles 186cm pikad, sinna vahele jäid multifunktsionaalid kaaludes 68kg ning eraldistardispetsialistid kelle kehakaal oli keskmiselt 71kg. Keskmised kehapindalad kõikusid vahemikus 1,76 m² kuni 2,00 m² ning eesmised kehapindalad vahemikus 0,33 m² kuni 0,37 m² (Padilla et al 1999).

Antropomeetrilised näitajad mängivad jalgrattaspordi erinevatel võistlusformaatidel ja võistlustingimustes suurt rolli. Meessoost professionaalsete jalgratturite antropomeetrilised näitajad kõiguvad küllaltki suures vahemikus. Ühe tüüpilise profiklubi liikmete (24 liiget) keskmine vanus on 26 eluaastat, noorimad ehk uusproffid on umbes 20 aastased ning

vanimate ja kogenuimate ratturite vanus on 33 aasta lähedal. Keskmine pikkus kõigub 160cm-190 cm, keskmine kehakaal jääb 68 kg lähedale, keskmine kehapindala on 1,87 m² ning eesmine kehapindala on 0,35 m² (Padilla et al 1999; Padilla et al 2000).

1.3 Jalgratturite füsioloogiline iseloomustus

1.3.1 Professionaalse meesjalgratturi maksimaalsed ja submaksimaalsed füsioloogilised parameetrid

Professionaalseid maanteerattureid testitakse tihtipeale laboritingimustes, et teada saada nende füsioloogilised näitajad. Jalgratturid eelistavad sooritada erialaspetsiifilisi teste loomulikus keskkonnas ning enda varustusega. Samas uuringud on näidanud, et testid kohandatud veloergomeetritel on sobiv meetod mõõtmaks ratturite füsioloogilisi näitajaid ja potentsiaalset edu võistlustel (Padilla et al 1996). Tegelikult testide tulemused ei sõltu sellest millist koormust katsealune ületama peab (näiteks: veloergomeetril tõstetud vapid, õhu takistusjõud või veeremisel tekkiv takistus maanteel). On tõestatud, et tulemused, mis on saadud laboratoorses tingimustes aitavad ennustada soorituse edukust võistlustel paremini kui absoluutsed väärtused, mis on mõõdetud loomulikus keskkonnas ehk maanteel. (Padilla et al 1996).

Professionaalne mees jalgrattur sõidab tavaliselt hooaja jooksul 25 000 – 35 000 km ning see hõlmab nii võistlus- kui ka treeningkilomeetreid. Ratturite kõige paremini arenenud võimekus on nende aeroobne vastupidavus mis väljendub kõrge keskmise võimsuse rakendamises pika aja jooksul ning kõrges maksimaalses hapnikutarbimises (Mujika et al 2001). Padilla et al (1999 ja 2000) koostas uuringud 24 professionaalse jalgratturi peal mille eesmärgiks oli välja selgitada grupisõidus ja eraldistardis olulised füsioloogilised parameetrid. Testide käigus lisati veloergomeetrile iga 4 minuti järel raskust. Nende testide tulemused näitasid maksimaalset võimsust vahemikus 349W - 525W mis teeb 5,7 ja 6,8 vatti kilogrammi kohta. Samad katsealused näitasid maksimaalse hapnikutarbimise näitajaid vahemikus 4,4 kuni 6,4 liitrit minutis (69,7 kuni 84,8 ml/kg/min), maksimaalset SLS-i vahemikus 187 – 204 lööki minutis ning testi lõpus kõrgeimat laktaadi kontsentratsiooni veres 6,9 – 13,7 mmol/L. Eelnevate näitajate põhjal võib järeldada, et professionaalsete meesjalgratturite maksimaalsed füsioloogilised parameetrid kõiguvad küllaltki suures vahemikus. Ei ole ühte konkreetset näitajat mis tagaks kindla edu erinevat tüüpi võistlustel.

Padilla et al (1999 ja 2000) uuringutest võib leida ka professionaalsete jalgratturite submaksimaalsed tulemused laktaadi taluvuspiiril (LT). 24 jalgratturi maksimaalne võimsus LT piiril oli keskmiselt 334W mis on 76 % maksimaalsest võimsusest. Keskmise hapnikutarbimine LT piiril oli 4,0 L/min (77%VO₂max) ning keskmine SLS laktaadi taluvus piiril oli 163 lööki minutis (84%HR_{max}).

Keskmiised näitajad mil laktaat veres hakkas kuhjuma (üle 4mmol/L) olid: võimsus 386W (87% W_{max}), hapnikutarbimine 4,5 L/min (86% VO₂max) ning SLS 178 lööki/min (92%SLS_{max}) (Padilla et al 1999; Padilla et al 2000). Need tulemused näitavad taaskord, professionaalsete jalgratturite kõrgelt arenenud aeroobset võimekust.

1.3.2 Erinevate ratturitüüpide maksimaalsete ja submaksimaalsete füsioloogiliste näitajate võrdlus

Kõige paremaid keskmisi tulemusi maksimaalsel võimsusel ja hapnikutarbimisel kasvavate koormustega testil näitasid lauskaaspetsialistid kelle vastavad tulemused olid 461W ja 5,7 L/min (Padilla et al 1999). Nendest ei jäänud palju maha eraldistardispetsialistid kelle näitajad olid 457W ja 5,7L/min. Kui aga vaadata samu näitajaid kehakaalu suhtes olid parimad keskmised tulemused just mägedespetsialistidel, maksimaalne võimsus 6,5 W/kg ning hapnikutarbimine 80,9 ml/kg/min. Jällegi olid nendele tulemustele väga lähedal eraldistardispetsialistid kelle näitajateks olid 6,4W/kg ning 79,2 ml/kg/min. Kui võrrelda maksimaalse võimsuse ja eesmise kehapindala suhtelist tulemust, siis parimaid tulemusi näitasid just eraldistardispetsialistid. Sellest võib järeldada, et parimaid üldiseid tulemusi erinevatel võistlustüüpidel peaksid näitama just eraldistardispetsialistid (Padilla et al 1999). Seda on viimase aastakümne jooksul tõestanud ka mõningad parimad eraldistardispetsialistid kes vaatamata oma suurematele keha antropomeetrilistele parameetritele on mägedes head konkurentsi pakkunud palju väiksematele ja kergematele mägedespetsialistidele (Mujika et al 2001).

Kuna professionaalseid jalgrattavõistlusi ei läbita pidevalt maksimaalsel intensiivsusel on oluline vaadata ka erinevate ratturitüüpide näitajaid submaksimaalsel pingutusel. Selles kategoorias näitasid väga häid tulemusi eraldistardispetsialistid. Nende maksimaalne võimsus laktaadi taluvuspiiril oli keskmiselt 357W. Sama tulemus vastavalt kehakaalule oli keskmiselt 5,0W/kg. Mägedespetsialistide kehakaalu ja võimsuse suhteline tulemus laktaadi taluvuspiiril

oli 4,9W/kg. Tasase pinna spetsialistide vastavav tulemus oli 4,7W/kg kohta (Padilla et al 1999).

Padilla et al (1999) uuringu tulemusena tegid autorid järelduse, et füsioloogiliste parameetrite suhe kehamassiga on head hindamaks tasasel pinnal ja mägistel võistlustel tehtavaid sooritusi. Lisaks soovitasid autorid, et võimsusnäitajad laktaadi taluvuspiiril ja laktaadi kuhjumispunktis on head ennustamaks soorituste jõudlust ning määrata ratturi koormust erinevate võistluste käigus.

Eelnevate uuringute põhjal võib järeldada, et edu jalgrattavõistlustel sõltub väga erinevatest parameetritest. Edukaks jalgratturiks olemine eeldab väga häid füsioloogilisi ning sobivaid antropomeetrilisi näitajaid. Samuti tuleb teada erinevate võistlusformaatide eripärasid ning neid teadmisi kombineerides tuleb leida sobiv treeningmetoodika ning võistlustaktika. Eelpool toodud uuringutest selgus, et professionaalsele jalgratturile on olulised maksimaalne võimsus anaeroobsel lävel, maksimaalne hapnikutarbimine ning organismi laktaadi taluvusvõime. Sellest lähtuvalt kavatsen ka oma töös pöörata suuremat tähelepanu jõutreeningu mõjust nendele näitajatele.

2. Rattaspordis olulisemate jõuliikide arendamine

Ühe osa jalgratturite treeningutest moodustab kindlasti jõutreening. Jõutreeningut kasutatakse eelkõige hooajaeelsel ettevalmistusel selleks, et parandada jalalihaste jõunäitajaid. Jõutreeninguid kasutatakse ka hooaja sisesel perioodil selleks, et säilitada jõunäitajaid (Coyle et al 1991)

Jalgratturite seas on täiesti tavaline, et teostatakse nii vastupidavustreeninguid kui jõutreeninguid selleks, et parandada võistlustulemusi. Varasemalt oli suundumus, et vastupidavusalade jõutreeningul peaks kasutama kergeid raskuseid ning tegema palju korduseid ehk lihasvastupidavus- või jõuvastupidavustreeninguid (Hirvonen ja Aura 1989). Viimastel aastatel on aga tehtud mitmeid uuringuid mis on tõestanud, et põhijõu- ja maksimaaljõutreeningud parandavad erinevate vastupidavusalade võistlussooritust ning vastupidavust (Aagaard et al 2011; Ronnestad et al 2011; Storen et al 2008; Sunde et al 2010).

Lihastugepidavus ja jõustugepidavus

Hirvonen ja Aura (1989) on jõulase tugepidavuse jaganud kaheks, nimelt lihastugepidavuseks ja jõustugepidavuseks. Lihastugepidavus on lihastugeparaadi treenituse üldine tase mis loob aluse intensiivsemate treeningute kasutamise treeningus. Treeningu intensiivsus peab olema mõõdukas ehk püsima aeroobses tsoonis ning laktaadi kontsentratsioon veres ei ületa 4mmol/l. Lihastugepidavuse arendamise treeningmeetodid on näidatud tabelis 3.

Lihastugepidavuse treening arendab:

1. üldist treeningtugepidavust
2. aeglase lihaskiudude töövõimet
3. kapillaarvõrgustikku lihaskiudude ümber
4. kehaasendit fikseerivate väikeste lihastühmade jõudu

Tabel 3. Lihastugepidavuse arendamine (Hirvonen ja Aura 1989 järgi):

Seeriade arv	3-5
Kordused seerias	20x-50x
Harjutuste arv	5-8
Puhkepausi pikkus	Mitte rohkem kui 30sek
Lisaraskus	Kuni 30% 1KM-st
Tempo	rahulik

Jõustugepidavus on jõuvõimete spetsiifiline vorm liigutustegevuse tingimustes mis nõuab keelvat pingutust ilma tööefekti alanemiseta. Seda jõuvõimet defineeritakse, kui võimet pikka aega säilitada liigutustegevuse optimaalseid jõuparameetreid. Jõustugepidavust esineb kahes vormis: dünaamiline (ujumine, jalgrattasport) ja staatiline (mäesuusatamine, maadlus) (Bompa ja Carrera 2005). Jõustugepidavuse arendamise treeningmeetodid on näidatud tabelis 4.

Jõuvastupidavus treening arendab:

1. Põhi- ja baasjõudu
2. Aeglase ja kiirete lihaskiudude töövõimet
3. Lihaste kreatiinfosfaatset mehhanismi ja anaeroobset võimsust
4. Lihaste pH languse talumise võimet ja aeroobset mahtuvust

Tabel 4. Jõuvastupidavuse arendamine (Hirvonen ja Aura 1989 järgi):

Seeriade arv	3
Kordused seerias	10x-20x
Harjutuste arv	8-10
Puhkepausi pikkus	20-45 sek
Lisaraskus	20-30% 1KM-st
Tempo	Kiire

Põhijõud

Põhijõu arendamine toimub harjutuse maksimaalse korduste arvuga sooritamist kasutades mittemaksimaalseid raskuseid. Selle jõuliigi arendamist kasutatakse põhiliselt ettevalmistusperioodil ning see arendab lihaste üldist treenitust. Kentsentriliste maksimaalsete harjutuste abil toimub nii kiirete kui aeglase lihaskiudude massi suurenemine, luuakse eeldused anaeroobseks töövõimeks ning jõu kiireks tootmiseks. Kreatiinfosfaadi varud suurenevad ning lihased hüpertrofeeruvad. (Hirvonen ja Aura 1989). Põhijõu arendamise treeningmeetodid on näidatud tabelis 5.

Tabel 5. Põhijõu arendamine (Hirvonen ja Aura 1989 järgi):

Seeriade arv	4-6
Kordused seerias	4x-12x
Harjutuste arv	6-9
Puhkepausi pikkus	2-3 min
Lisaraskus	50-85%
Tempo	aeglane

Plahvatuslik jõud

Plahvatusliku jõu arendamisel toimub välise vastupanu ületamine maksimaalse kiiruse ja jõuga. Sellega arendatakse kiirete lihaskiudude innerveerimist atsüklilistes tegevustes maksimaalse tempoga. Kiirete lihaskiudude töösse rakendamine maksimaalse kiirusega stimuleerib kesknärvisüsteemi adaptiooni (Bompa ja Carrera 2005). Plahvatusliku jõu arendamise treeningmeetodid on näidatud tabelis 6.

Tabel 6. Plahvatusliku jõu arendamine (Hirvonen ja Aura 1989 järgi):

Seeriade arv	3-5
Kordused seerias	1x-5x
Harjutuste arv	3-5
Puhkepausi pikkus	2-4 min
Lisaraskus	40-60%
Tempo	Väga kiire

Maksimaalne jõud

Maksimaalne jõud on suurim jõud mida närvi- ja lihasaparaat on võimelised avaldama maksimaalsel lihaskontraktsioonil. See on suurim raskus mida inimene suudab ühe korra tõsta ehk 1KM. Enese maksimaaljõu teadmine on oluline just seepärast, et selle järgi arvutatakse raskused teiste jõuliikide arendamiseks. Selle jõuliigi treenimisel areneb peamiselt kesknärvisüsteemi võimekus, et saata tugevat impulsside voogu motoneuronitesse. Maksimaalset jõudu trennides ei ole areng tingitud mitte lihaskiudude massi suurenemisest vaid mootorsete ühikute suuremast võimest kaasata rohkem kiireid lihaskiude. Kasutades maksimaalset raskust koos pikkade puhkepausidega suureneb maksimaalne jõud, aga puudub lihashüpertroofia (Hirvonen ja Aura 1989). Maksimaalse jõu arendamise treeningmeetodid on näidatud tabelis 7.

Tabel 7. Maksimaaljõu arendamine (Hirvonen ja Aura 1989):

Seeriaste arv	5-6
Kordused seerias	1x-3x
Harjutuste arv	3
Puhkepausi pikkus	2-4 min
Lisaraskus	90 – 100%
Tempo	Võimalikult kiire

3. Jõutreeningu mõju peamistele füsioloogilistele näitajatele jalgrattaspordis

3.1 Samaaegse jõu- ja vastupidavustreeningu mõju organismile

Traditsiooniliselt alustavad jalgratturid oma treeninghooaega tehes pikkasid ning madala intensiivsusega vastupidavustreeninguid, parandades sellega oma aeroobset vastupidavust (Laursen ja Jenkins 2002). Aeroobset vastupidavust arendades suureneb vastavates lihastes kapillaaride ja mitokondrite tihedus mis aitab töötavasse lihasesse rohkem hapniku transportida (Coffey et al 2006). Kuid sportlased, kes vastavalt eriala spetsiifikale teevad ainult madala intensiivsusega ja pikalt kestvaid treeninguid, ei saavuta võistlustel häid tulemusi kuna võistlusolukorras on vaja kõrgemat intensiivsust näiteks järskudel kiirendustel, konkurendist möödumisel või sprindifinishis (Jung 2003). Selleks, et saavutada paremaid tulemusi on vajalik muuta treeningute pikkust ja intensiivsust. Kõige populaarsem ja tuntum viis treeningut intensiivsemaks muuta on intervalltreening kus sportlane korduvalt töötab väga kõrgel intensiivsusel lühikest aega ning intensiivsete lõikude vahel kasutab taastumiseks madalat intensiivsust. Selline treeningmeetod aitab tõsta ka aeroobset läve, laktaadi taluvust ning hapnikutarbimist (Laursen ja Jenkins 2002). Teine võimalus vastupidavuse arendamiseks mis on viimastel aastatel palju tähelepanu pöödnud on jõu- ja vastupidavustreeningu samaaegne kasutamine.

Jõu- ja vastupidavustreeningu samaaegse kasutamise mõju on uuritud juba mitmeid aastaid. Varasematel aastatel koostatud uuringud on näidanud samaaegse jõu- ja vastupidavustreeningu üheaegsel kasutamisel luu- ja lihaskonna ning veresoonkonna halvenenud adaptiooni. (Hickson et al., 1980; Izquierdo et al., 2005; Kraemer et al., 2005). Kui eelnevalt nimetatud uuringud ei näidanud positiivset mõju siis uuemad uuringud mis on suunatud rohkem tippsportlastele näitavad, et samaaegne jõu- ja vastupidavustreening tõstab sportlase vastupidavusvõimet rohkem kui vastupidavuse treenimine üksi (Hoff et al., 1999; Storen et al., 2008; Ronnestad et al., 2011; Aagaard et al., 2011). Selliste muutuste üheks võimalikuks põhjuseks võib olla ka tehnoloogia areng. Modernsetes laborites on uuringute teostamiseks oluliselt paremad tingimused, seda mõõteriistade ning katsevahendite näol. Ka oma töös kavatsen kasutada mitmeid uuringuid, mis uurivad just jõutreeningu ja vastupidavustreeningu samaaegse kasutamise mõju vastupidavusnäitajatele.

3.2 Jõutreeningu mõju ratturi ökonoomsusele ja efektiivsusele

Nagu ka kõikide teiste vastupidavusalade puhul on jalgrattaspordi 3 kõige olulisemat individuaalset vastupidavuse näitajat maksimaalne hapniku tarbimine, laktaadi taluvus ning jalgratturi ökonoomsus (Pate ja Kriska 1984). Jalgrattasõidu ökonoomsust on defineeritud kui ühtlast hapnikutarbimist kindla võimsuse juures sõites ning seda mõõdetakse L/min kohta (Foss ja Hallen 2004). Jalgrattasõidu efektiivsust defineeritakse kui tehtud mehaanilise töö ja kulutatud keemilise energia ehk hapniku suhe (Morgensen et al 2006).

Varasemalt on suhteliselt palju uuritud jooksjate ökonoomsust ja tehnika efektiivsust (Storen et al 2008), samas jalgrattasportlaste peal on ökonoomsust oluliselt vähem uuritud. Selleks, et teada saada maksimaaljõu treeningu mõju jalgrattasõidu ökonoomsusele ja efektiivsusele koostas Sunde et al (2010) uuringu, milles osales 13 võistluskogemusega maanteeratturit, kellest 10 olid mehed ja 3 naised. Samas uuringus jälgiti ka seda, kui kaua suudab rattur maksimaalse aeroobse võimsuse juures sõita. Uuringualused jagati kahte erineva suurusega gruppi. Esimeses grupis oli 7 meest ja 1 naine ning nemad moodustasid jõu- ja vastupidavustreeningu (JV) grupi. Teise grupi ehk vastupidavustreeningu (V) grupi moodustasid 5 sportlast kellest 3 olid mehed ja 2 naised.

Mõlemad grupid osalesid uuringus 8 nädalat. Grupid pidid vastupidavustreeninguid läbima nagu tavaliselt. Selle kontrollimiseks pidid katsealused iga nädalaselt esitama erinevates SLS tsoonides veedetud aja. JV grupp tegi lisaks vastupidavustreeningule 8 nädala

jooksul ka maksimaaljõu trenne jalgadele. Jõutreeningut kasutati 3 korda nädalas ning iga jõutreening võttis aega ligikaudu 20 minutit mille käigus tehti poolkükke. Jõutreening koosnes neljast seeriast ning igas seerias tegid katsealused 4 kordust mille vahele jäi 3 minutiline paus. Juhul kui katsealune sai tugevamaks ja jõudis sama raskusega teha 5 kordust, lisati raskust ning jätkati 4 kordusega (Sunde et al 2010).

Selleks, et teada saada kuidas 8 nädalat kestev treeningperiood sportlastele mõjus, sooritati katsed enne ja peale treeningperioodi veloergomeetril. Veloergomeetril mõõdeti südamelöögi sagedust, katsealuste hapnikutarbimist, võimsust, laktaadi taluvust, pedaleerimissagedust ja aega kaua katsealune suudab pingutada (Sunde et al 2010).

Katsete tulemused näitasid, et JV grupi ökonoomsus 70%lise hapnikutarbimise juures oli paranenud 4,8 % . See väljendus paremates võimsus ja hapnikutarbimise näitajates. JV grupi võimsus 70% hapnikutarbimise juures tõusis 217W pealt 232W peale ning hapnikutarbimine keskmiselt 0,007ml/kg/W võrra. V grupi samad näitajad olulisi muutusi ei teinud ning seega nende ökonoomsus ei paranenud. Küll aga paranes V grupi efektiivsus 1,4% võrra, kuid ka selle näitaja osas tegi suurema muutuse läbi JV grupp kelle vastav näitaja oli 4,7%. JV grupp tegi ka olulise arengu ajas kui kaua suudeti pingutada maksimaalse aeroobse võimsuse juures, see näitaja paranes grupil tervelt 17,2%. Sama näitaja V grupil jäi aga muutumatuks. Mõlema grupi kehakaal, maksimaalne hapnikutarbimine, võimsus laktaadi taluvuspiiril ning pedaleerimissagedus ei näidanud peale 8 nädalast treeningperioodi olulisi muutuseid (Sunde et al 2010).

Sunde et al (2010) uuring näitas, et mõõdukas maksimaaljõu treening koos vastupidavustreeninguga tõstab oluliselt jalgratturite ökonoomsust, efektiivsust ning maksimaalse aeroobse võimsuse juures tehtavat töö aega. Sunde et al (2010) uuringu tulemused jalgratturite kohta olid küllaltki sarnased Storeni et al (2008) uuringuga jooksjate kohta. Seenäitab, et uuringu tulemused laienevad tõenäoliselt vastupidavusaladele üldiselt.

3.3 Jõutreeningu mõju lihasmorfoloogiale ja pikaajalisele vastupidavusele.

Eelmises peatükis näidati jõutreeningu positiivset mõju maksimaalse aeroobse võimsuse juures tehtud pingutuse ajale (Sunde et al 2010). See peaks aga tähendama ka seda, et paraneb ratturi aeroobne ehk pikaajaline vastupidavus.

Tavalisel, treenimata inimesel aitab tavaliselt jõutreening kasvatada IIA tüübi lihaskiude IIX lihaskiudude arvelt. See tähendab, et osad IIX lihaskiud muutuvad jõutreeningu mõjul IIA lihaskiududeks (Kraemer et al 1995; Andersen ja Aagaard, 2000). 2010 aasta lõpuni, aga ei olnud minule teadaolevalt tehtud sarnast uuringut tippspordiga tegelevate vastupidavussportlaste peal. Seega ei olnud teada kas jõutreening aitab ka vastupidavussportlastel lisada IIA tüübi lihaskiude IIX lihaskiudude arvelt. Selline potentsiaalne muutus võiks omada positiivset mõju pikaajalist vastupidavust ja samas suurt võimsust nõudvatel aladel nagu näiteks eraldistart jalgrattaspordis (Aagaard et al 2011).

Sellest ajendatuna tegi Aagaard et al (2011) uuringu mille eesmärgiks oli välja selgitada samaaegse jõu- ja vastupidavustreeningu mõju lihasmorfoloogiale ja lihastüüpide kompositsioonile, maksimaalsele lihasjõule ning nende mõjust pika- ja lühiajalisele vastupidavussooritusel. Aagaard et al (2011) püstitas hüpoteesi, et jõutreeningu ja vastupidavustreeningu samaaegne kasutamine parandab vastupidavussooritusi eelpool mainitud näitajate paranemise tulemusel.

Aagaardi et al (2011) uuringus osales 14 noort tippspordiga tegelevat meessoost jalgratturit, kes esindasid Taani U-23 rahvusmeeskonda. Ratturite vanus oli keskmiselt 19,5 aastat, osalejate keskmine kehakaal oli 70,7kg ja keskmine pikkus 180,7 cm. Uuringualused paigutati võrdselt kahte erinevasse gruppi milleks olid samaaegne jõu- ja vastupidavustreeningu (JV) grupp ning vastupidavustreeningu grupp (V).

JV grupp treenis kokku 16 nädalat mis sisaldas jõutreeninguid ja vastupidavustreeninguid. Iga nädal sooritati 10-18 tundi vastupidavustreeninguid jalgrattal ning lisaks sellele sooritati 2-3 jõutreeningut nädalas, kokku 40 jõutreeningut. Jõutreeningute arv nädalas ja korduste arv seeriates on näidatud tabelis 8. Jõutreening sisaldas põlve sirutusi, põlve painutusi, jalapressi ja sääртеle tõusu. Igat harjutust sooritati ühe treeningu jooksul 4 seeriat. Puhkepausid seeriade vahel olid 2-3 minutit ning pausid harjutuste vahel olid 1-2 minutit (Aagaard et al 2011).

Tabel 8. JV grupi jõutreeningu sagedused ning korduste arv (Aagaard et al 2011)

Nädal	1	2	3	4	5	6	7	8
Treeningute arv	3	2	3	2	3	2	3	2
Raskused (KM)	10-12	8-10	8-10	6-8	6-8	5-6	5-6	5-6
Nädal	9	10	11	12	13	14	15	16
Treeningute arv	3	2	3	2	3	2	3	2
Raskused (KM)	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6

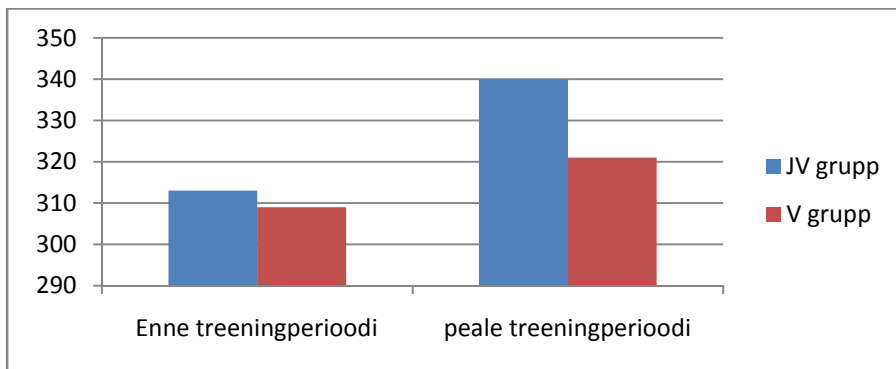
KM - kordusmaksimum

Vastupidavustreeningu grupp treenis 16 nädala jooksul ainult vastupidavust. Nad treenisid iga nädal 10-18 tundi jalgrattal ning nende treeningute intensiivsust jälgiti. JV grupi ning V grupi vastupidavustreeningud olid täpselt ühesugused (treeningtunnid näidatud tabelis 9).

Tabel 9. JV grupi ning V grupi vastupidavustreeningud nädalate kaupa (Aagaard et al 2011)

Nädal	1	2	3	4	5	6	7	8
Tunnid	14	15	15	11	16	17	17	10
Nädal	9	10	11	12	13	14	15	16
Tunnid	16	17	18	18	10	18	18	18

Aagaardi et al (2011) treeningprogrammi tulemusena paranesid mõlema grupi lühiajalise pingutuse keskmised jõunäitajad võrdselt. Nii JV kui V grupi keskmine võimsus 5 minutilisel pingutusel paranes 3-4 %. Kui lühiajalise pingutuse järel ei olnud gruppide vahel suuri erinevusi märgata, siis pikaajalise pingutuse järel olid JV grupi võimsuse näitajad oluliselt paremad. Pikaajalist vastupidavust hinnati 45 minutit kestva testiga ning võrreldes treeningeelse perioodiga oli JV grupi võimsusnäitajad paranenud tervelt 8 % ehk keskmiselt 313 vatilt 340 vatini. V grupi võimsusnäitajate muutus peale samasugust testi oli aga palju väiksem, 309 vatilt tõusis nende keskmine võimsus 321 vatini. Lisaks parematele võimsusnäitajatele läbisid JV grupi liikmed ka pikema distantisi 45 minuti jooksul (Aagaard et al 2011)



Joonis 1. JV grupi ja V grupi keskmised võimsusnäitajad (W) 45 minutilisel eraldistardi testil enne ja peale treeningperioodi (Aagaard et al 2011)

JV grupp – Jõu- ja vastupidavustreeningu grupp, V grupp – Vastupidavustreeningu grupp

Sellele, et JV grupil olid peale treeningperioodi paremad näitajad nii võimsuses kui vastupidavuses, andsid kinnitust ka muutused lihaskiudude kompositsioonis ning maksimaalses lihasjõus. Peale 12 nädalast jõu- ja vastupidavustreeningut oli JV grupi reie nelipealihase maksimaaljõu näitajad tõusnud tervelt 12% (275 Nm -lt kuni 307 Nm –ni). Samal ajal V grupi maksimaaljõu näitajad ei muutunud. Samuti paranes JV grupi lihaskontraktsiooni võimsus tervelt 20 % ning V grupi sama näitaja jäi võrreldes treeningeelse perioodiga muutumatuks (Aagaard et al 2011).

Teine väga oluline näitaja mis aitas JV grupil parandada pikaajalist vastupidavust oli kindlasti IIA lihaskiudude osakaalu suurenemine IIX lihaskiudude arvelt. Enne treeningperioodi ei olnud gruppide vahel suuri erinevusi lihaskiu tüübilt või lihase ristlabilõike suuruses. Peale treeninguid ei muutunud kumbagi grupi lihase ristlabilõike pindala, seega treening-gruppidel ei esinenud lihashüpertroofiat. Küll aga muutus JV grupi lihaskiudude protsentuaalne kompositsioon. JV grupi IIA lihaskiudude osakaal tõusis 26% -lt 34%-ni ning samal ajal langes IIX lihaskiu tüübi osakaal 5%-lt kõigest 0,6%-ni. V grupi lihaskiu tüübi osakaal jäi peale treeninguid muutumatuks (Aagaard et al 2011).

Selle uuringu tulemusena näitas Aagaard et al (2011), et jõutreeningu mõjul IIA tüübi lihaskiudude protsentuaalne kasv IIX tüübi lihaskiudude arvelt aitab parandada sooritusvõimet ka professionaalsetel jalgratturitel mitte ainult treenimata inimesel. Selle tõestuseks paranesid katsealuste võimsusnäitajad ning läbitud distants 45 minuti pikkusel eraldistardi katsel.

3.4 Jõutreeningu mõju finishi eelsele kiirendusele peale pikaajalist aeroobset tööd

Aagaardi et al (2011) uuring näitas, et jõutreeningu mõjul paranesid jalgratturite võimsus- ja jõunäitajad aeroobse töö käigus. Jalgrattaspordi võistluseid aga ei võideta ainult aeroobses tsoonis ühtlase kiirusega stardist finišisse sõites. Võistluse võitmiseks tuleb peale mitmetunnist pingutust enamasti teha finishi kiirendus mis mõnel juhul on kõigest 20 sekundit ning teistel juhtudel ligi 10 minutit. Selleks, et teada saada kuidas mõjub jõutreening finishi eelsele pingutusele teostas Ronnestad et al (2011) uuringu mis keskendus 5 minutilisele maksimaalsele pingutusele peale 185 minutilist aeroobset tööd.

Ronnestadi et al (2011) peamiseks eesmärgiks oli välja selgitada põhijõu ja maksimaaljõu treeningu mõju keskmisele võimsusele 5 minutilise maksimaalse pingutuse jooksul. Maksimaalne pingutus sooritati peale 185 minutilt aeroobset pingutust 44%lise hapnikutarbimise juures. Lisaks sellele vaadeldi uuringualuste südamelöögi sagedust, hapnikutarbimist ja laktaadi kontsentratsiooni kogu testi vältel.

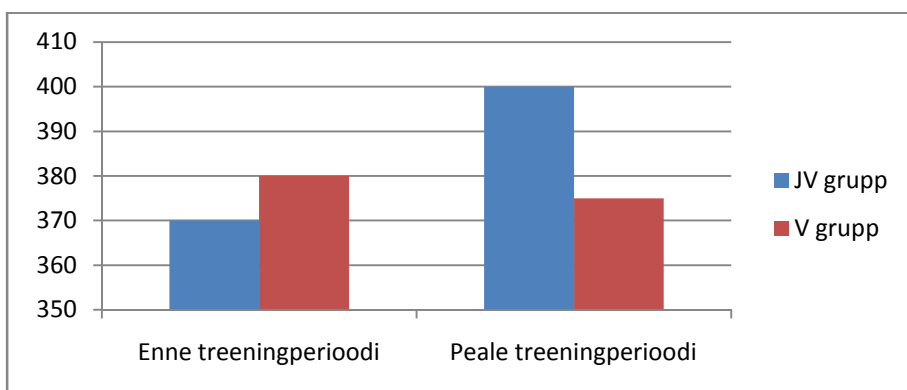
Uuringualusteks olid 20 treenitud jalgratturit kes jagati 12 nädalat kestva uuringu tarbeks kahte erinevasse gruppi. Gruppideks olid jõu- ja vastupidavustreeningu (JV) grupp kuhu kuulus 11 ratturit kelle keskmine vanus oli 27 aastat. Teiseks grupiks oli vastupidavustreeningu (V) grupp kuhu kuulus 9 ratturit keskmise vanusega 30 aastat. V grupi treeningud koosnesid enamasti jalgrattasõidust ning pisut ka suusatamisest (alla 10% kogu treeningmahust). Mõlema grupi enamus vastupidavustreeningute intensiivsus jäi vahemikku 60 – 80 % maksimaalsest südamelöögi sagedusest. JV grupp osales aga lisaks eelpool mainitud vastupidavustreeningule ka kaks korda nädalas jalgadele suunatud jõutreeningus. Jõuharjutusteks olid poolkükid, jalapress ühe jalaga, puusa painutused ning varvastele tõus. Igat harjutust sooritati alati 3 korda ning korduste arv harjutusel on näidatud tabelis 10 (Ronnestad et al 2011).

Tabel 10. JV grupi jõutreeningute korduste arv nädalate ja päevade lõikes (Ronnestad et al 2011)

Nädal	1-3		3-6		6-12	
	1.päev	2. päev	1.päev	2. päev	1.päev	2. päev
Korduseid seerias	10x	6x	8x	5x	6x	4x

Uuringu all olevate näitajate teada saamiseks viidi ratturite peal läbi 3 testi. Teste sooritati nii enne kui ka pärast treeningperioodi. Testid jagati erinevate päevade peale ning nende abil uuriti ratturite maksimaalset jõudu, maksimaalset hapnikutarbimist ning ratturite võimsusnäitajaid (Rønnestad et al 2011).

Testide tulemused näitasid, et 12 nädalase treeningperioodi tulemusena oli JV grupi keskmine võimsus 5 minuti pikkusel maksimaalsel pingutusel, mis sooritati peale 3 tunnist aeroobset pingutust paranenud tervelt 7,2%. V grupi sama näitaja jäi aga peale 12 nädalast treeningperioodi statistiliselt muutumatuks (Rønnestad et al 2011).



Joonis 2. Keskmine võimsus (W) 5 minutilise anaeroobse pingutuse vältel mis sooritati peale 185 minutilist jalgrattasõitu 44%lise hapnikutarbimise juures (Rønnestad et al 2011).

JV grupp – Jõu- ja vastupidavustreeningu grupp; V grupp – Vastupidavustreeningu grupp

Lisaks eelnimetatule tõusis JV grupi keskmine maksimaaljõud 1 kordusmaksimumiga kükkides tervelt 26%. Nende maksimaalne hapnikutarbimine tõusis 3% võrra ning kehamass 1,2% võrra. Lisaks sellele langes JV grupi suhteline hapnikutarbimine (ml/min/kg) ning laktaadi kontsentratsioon 185 minutilise aeroobse töö käigus. Samadest näitajatest tegi V grupis ainukesena arengu maksimaalne hapnikutarbimine mis tõusis 6% võrra. Kõik teised näitajad jäid statistiliselt muutumatuks (Rønnestad et al 2011).

Rønnestadi et al (2011) uuringu tulemused näitasid, et põhijõu ja maksimaaljõu treeningu lisamine treenitud jalgratturi treeningkavva aitab parandada nende finishi eelset kiirendust. Uuringulused JV grupi ratturid näitasid peale treeningperioodi oluliselt paremaid keskmisi võimsusnäitajaid 5 minutilise maksimaalse pingutuse käigus. See annab alust arvata, et põhijõu ja maksimaaljõu treening aitab sooritada paremaid kiirendusi ka reaalsetel võistlustel.

3.5 Jõutreeningu mõju eraldistardi võimekusele ja maksimaalsele võimsusele jalgrattaspordis

Selleks, et saavutada häid tulemusi suurematel velotuuridel, peab jalgrattur olema tugev ka eraldistardis. Tihtipeale on eraldistardid just need etapid, mis otsustavad velotuuride võitjad kuna seal tekivad ratturite vahel suurimad ajavahed. Seepärast on oluline uurida kas jõutreening mõjutab ka sellele võistlusformaadile olulisi näitajaid. Jõutreeningu mõju 40 minutilisele maksimaalsele pingutusele mis sarnaneb eraldistardile oli Ronnestadi et al (2010) uuringu üks osa.

Ronnestadi et al (2010) uuringus osales 20 riiklikul tasemel võistlevat jalgratturit kellest 18 olid mehed ja 2 naised. Uuringu eesmärk oli vaadelda jõutreeningu mõju reielihase ristlâbilõikele, rattasõitu mõjutavatele teguritele ning jõunäitajatele. Oma töös pööras tähelepanu kahele aspektile, 40 minuti pikkusele maksimaalse pingutusega testile mille käigus mõõdeti keskmist võimsust ning maksimaalsele võimsusele.

12 nädalat kestva uuringu osalejad jagati kahte erinevasse gruppi milleks olid vastupidavustreeningu (V) grupp ning jõu- ja vastupidavustreeningu (JV) grupp. Vastupidavustreeninguid teostasid mõlemad grupid ning nende intensiivsus jäi gruppidel enamasti vahemikku 60 – 82% maksimaalsest südamelöögi sagedusest. JV grupp sooritas lisaks vastupidavustreeningutele 2 korda nädalas ka jõutreeninguid. Jõutreeningul kasutatavad harjutused olid poolkükid, jalapress üks jalg korraga, puusa painutused ning varvastele tõus. Igat harjutust sooritati 3 korda ning korduste arv nädalate kaupa on näidatud tabelis 11 (Ronnestad et al 2010)

Tabel 11. JV grupi jõutreeningute korduste arv nädalate ja päevade lõikes (Ronnestad et al 2010)

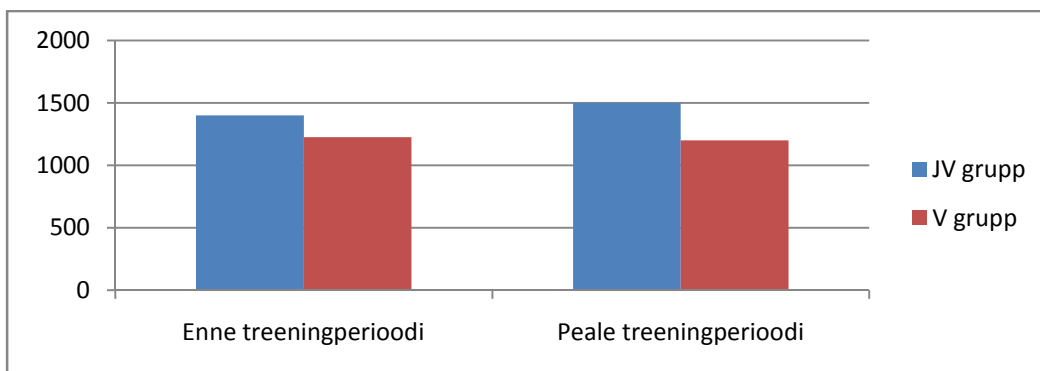
Nädal	1-3		3-6		6-12	
	1.päev	2. päev	1.päev	2. päev	1.päev	2. päev
Korduseid seerias	10x	6x	8x	5x	6x	4x

Enne ja peale 12 nädalast treeningperioodi viidi ratturite abil läbitestid. Esimeseks vaatluse all olevaks testiks oli 30 sekundiline Wingate test. Esmalt said ratturid veloergomeetril sooritada 10 minutilise soojenduse ning 1 minutilise puhkuse. Seejärel anti ratturitele start ning veloergomeetrile lisati 30 sekundiks konstantne pidurdusjõud. Selle pidurdusjõuga pidid ratturid sooritama 30 sekundi pikkuse maksimaalse pingutuse ning selle

abil määrati nende maksimaalne võimsus. Teiseks katseks oli 40 minuti pikkune test kus osalejad pidid jäljendama eraldistarti. Ratturid said selle testi käigus ise valida veloergomeetri takistuse ning eesmärgiks oli saavutada võimalikult hea keskmine võimsus 40 minuti jooksul (Rønnestad et al 2010).

40 minutilise eraldistardi testi tulemused, peale 12 nädalast treeningperioodi näitasid mõlema grupi puhul arenguid. Pisut suurema arengu tegi JV grupp, nende keskmine võimsus pingutusel tõusis 6,0%. Enne treeningperioodi oli see näitaja 281W ning peale treeningperioodi 297W. Samuti muutus paremaks V grupi keskmine võimsus, nende näitaja kasvas 4,6%. Sama testi puhul jäi mõlema grupi pedaleerimissagedus muutumatuks (Rønnestad et al 2010).

Wingate test pakkus aga oluliselt suuremat erinevust kahe grupi maksimaalse võimsuse näitajate vahel. Nimelt tõusis JV grupi maksimaalne võimsus 30 sekundilise katse käigus 9,4%. V grupi sama näitaja, aga jäi peale treeningperioodi muutumatuks. Kahe grupi maksimaalse võimsuse areng Wingate testi käigus on näidatud joonisel 2. Selline suur vahe tekkis tõenäoliselt JV grupi jõunäitajate tõusu ning reielihase ristlâbilõike pindala suurenemisega (Rønnestad et al 2010).



Joonis 3. Maksimaalse võimsuse (W) näitajad Wingate testil enne ja peale treeningperioodi (Rønnestad et al 2010).

Rønnestad (2010) näitas, et jõutreeningu lisamine jalgrattasportlaste treeningkavasse parandab nende maksimaalset võimsust lühikese spurdi jooksul, 40 minuti pikkuse pingutuse keskmist võimsust ning 2 mmol-lise laktaadi kontsentratsiooni juures hoitavat võimsust. Lisaks sellele näitas uuring, et mõlemal grupil paranesmaksimaalne hapnikutarbimine kehamassi suhtes. JV grupil 3,3% ning V grupil 6,0% (Rønnestad et al 2010). Nendele tulemustele toetudes võib väita, et jõutreeningu lisamine jalgratturi treeningkavva võib kaasa aidata eraldistardi tulemuste paranemisele.

3.6 Tabel treenitud jalgratturite peal tehtud varasematest uuringutest

Tabel 12. Varasematel aastatel jalgratturite peal läbi viidud uuringud, mis keskendusid jõutreeningule ja vastupidavustreeningule ning nende mõjust jalgratturi sooritusvõimele.

Autor	Uuringualused	Treeningu lühikirjeldus	Testid mida rakendati	Treeningu tulemused	Areng võrreldes treeningeelse perioodiga
Bastiaans et al 2001	16 treenitud M jalgratturit (vähemalt 2 aastase tugeva treeningkogemusega)	9 näd, 4x30 kütki, 4x30 sääre sirutust, mõlema jalaga,	30sek – STP OHT	Plahvatuslik JT aitas vältida STP tulemuste langemist paremini kui V treening	JT grupi max võimsuse keskmine näitaja paranes 7,1%
Bishop et al 1999	21 vastupidavus-treeningutega tegelenud N ratturit.	12 Näd, 2 x nädalas Kükid raskustega	Tipp VO2 OHT	Paranenud jalalihase 1 KM ei parandanud OHT tulemust	Gruppide treeningjärgse soorituse vahel ei olnud olulisi erinevusi
Hickson et al 1988	6 M ja 2 N jalgratta ja jooksupu tegelenud harrastajad	10 Näd, 3 x nädalas 5x5 kükid 80% 1KM 3x5 põlve sirutust ja painutust 80% 1KM 3x25 varvastele tõusu	STP Aeg väsimiseni	JT mõjul paranes nii aeg väsimiseni kui ka STP	11%-line areng STP-s 20% areng aias väsimiseni
Jackson et al 2007	23 klubi tasemel treeninud ratturit (18M ja 5 N)	10 näd. kükid raskust, Põlve sirutus ja painutus, varvastele tõusud, H-rep -2x10 (50% 1KM) H-res 4x4 (85% 1KM)	Tipp VO2 Aeg väsimiseni	Nii H-Rep kui ka H-Res ei parandanud uuringualuste sooritusi	Gruppide treeningjärgse soorituse vahel ei olnud olulisi erinevusi
Paton ja Hopkins 2005	18 väga treenitud M maanteeratturit	5 näd. 12 x 30 min treeningut 3x20 plahvatuslikku 1 jalaga hüpet, 30 sekundilised sprindid jalgrattal	1km ja 4km TT Tipp VO2	Osa V asendamine plahvatusliku ja H-Res jõutreeninguga aitas parandada sprinti ja vastupidavust	1Km keskm. võimsus kasvas 8,7% 4Km keskm. Võimsus paranes 8,1%
M- Meessoost, N – Naissoost, KM – Kordusmaksimum, H-rep – kõrge korduste arvuga, H-Res – suurte raskustega, STP – lühiajaline pingutus, OHT – 1 tunni pikkune pingutus jalgrattal, Tipp VO2 – Hapnikutarbimise tipp, TT – eraldistart, JT – jõutreening, V - vastupidavustreening					

Kuigi antud tabelis on varasematel aastatel koostatud uuringud, näitavad ka enamik nendest jõutreeningu positiivset mõju jalgratturite erinevatele funktsionaalsetele võimetele. Taaskord on arengud toimunud valdavalt võimsuse arvelt. Nii Bastiaans et al (2001) uuringu

kui ka Paton ja Hopkinsi (2005) uuringu tulemusena näeme, et uuringualuste võimsusnäitajad on peale jõutreeninguid paranenud. Hickson et al (1988) uuring on tehtud 1988. aastal ning uuringu tulemustes märgiti, et lühiajalise pingutuse areng ning aeg väsimiseni paranes jõunäitajate paranemise arvelt. Eeldades, et sel ajal ei olnud kasutada vahendeid võimsuse määramiseks oletan, et ka need tulemused paranesid võimsuse arvelt.

Siiski on tabelis ka 2 uuringut, mis ei näidanud jõutreeningu positiivset mõju jalgrattaspordis olulistele füsioloogilistele näitajatele. Üheks võimalikuks põhjuseks miks Bishop et al (1999) uuring ei näidanud positiivset mõju on see, et uuring tehti naisjalgratturite peal. Uuringualuste naisratturite jalalihaste jõunäitajad küll paranesid, kuid see ei omanud mõju tunni aja pikkusele pingutusele.

3.7 Jõutreeningu mõju organismi laktaadi taluvusvõimele

Hickson et al (1980) oli üks esimestest kes näitas, et katsealuste aeroobne võimekus peale jõutreeninguid paranes jalgrattaga sõites ja jooksulindil joostes oluliselt vaatamata sellele, et nende VO₂max jäi samaks. Tema ja kaasteadlaste väitel arenes katsealuste aeroobne võimekus peale raskustreeninguid tänu nende lihasjõu paranemisele. Sarnaseid tulemusi näitas ka nende järgmine uuring (Hickson et al 1988). Nad näitasid märgatavaid arenguid nii lühiajalisel kui pikaajalisel jalgrattasõidul peale jõutreeningu lisamist aeroobsele treeningule. Taaskord oli areng toimunud valdavalt lihasjõu arvelt. Lisaks lihasjõu arengule võib jõutreeningu mõju aeroobsele vastupidavusele mõjutada ka laktaadi taluvuspiiri nihkumine kõrgemale. (Wilmore et al 1978). Laktaadi taluvuspiiri nihkumist jõutreeningu mõjul ei olnud teadaolevalt uuritud kuni aastani 1991 mil Marcinik et al (1991) teostas uuringu, et saada teada kas jõutreeningust tulenev areng vastupidavusaladel võib seotud olla laktaadi taluvuspiiri nihkumisega. Uuring ei ole teostatud otseselt treenitud jalgratturite peal ning seetõttu ei saa väita, et antud tulemused kehtiksid ka treenitud ratturite puhul. Oma töös kasutan seda uuringut kuna minule teadaolevalt ei ole tehtud treenitud ratturite peal uuringut jõutreeningu mõju kohta laktaadi taluvusvõimele.

Marciniku et al (1991) uuringus osales 18 tervet meest vanuses 25-34 eluaastat. 10 meest määrati treeninggruppi ja ülejäänud 8 meest kontrollgruppi. Mitte ükski katsealustest ei olnud eelneva kolme kuu jooksul osalenud regulaarsetel treeningutel. Uuringus osalejatel mõõdeti enne ja pärast treeningtsükli keha koostist, VO₂max-i jooksulindil, tipp VO₂-te,

pedaalimise aega kuni väsimiseni, laktaadi kontsentratsiooni vereplasmas, 1 kordusmaksimumi raskuste tõstmises ja jala maksimaalset võimsust. Kontrollgrupi liikmed osalesid samuti kõikidel mõõtmistel, välja arvatud laktaadi kontsentratsioon vereplasmas.

Treeninggrupp harjutas 12 nädalat ning treeningud olid 3 korda nädalas. Kõikidele osalejatele näidati õige sooritustehnika kvalifitseeritud instruktorite poolt. Igal treeningul oli kümme harjutust ning iga harjutus läbiti kolm korda. Harjutusteks olid näiteks harilik rinnalt surumine, jalapress, kükid, selja-lailihas plokksüsteemil jne. Selja lailihase, rinnalt surumise ja biitsepsi treenimiseks kasutati 8-12 kordusmaksimumi, teiste harjutuste puhul 15-20 kordusmaksimumi ning kõikide harjutuste vahel oli 30 sekundiline paus. Kui katsealune sai tugevamaks lisati pisut raskust ning jätkati samade kordusmaksimumidega. Enne ja peale treeningperioodi sooritati ka 1 kordusmaksimumi test. Selleks, et veenduda katsealuste korrektsetes treening meetodites jälgis neid koolitatud instruktor (Marcinik et al 1991).

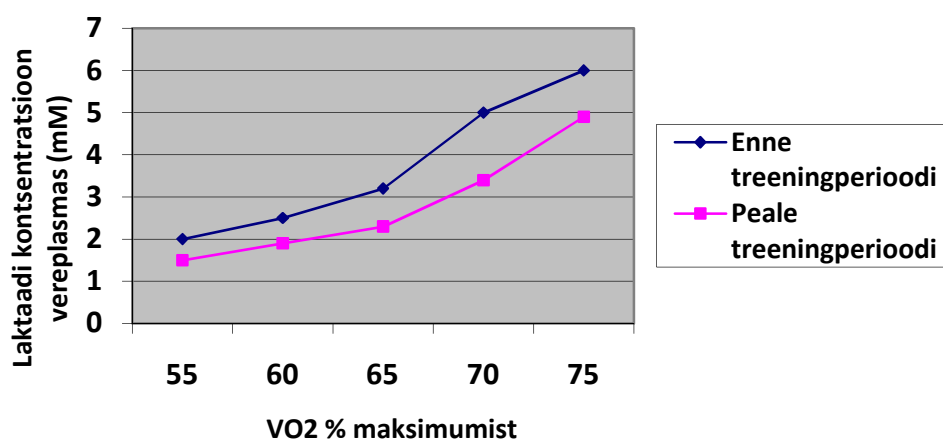
Marciniku et al (1991) uuringu ja treeningprogrammi tulemusel ei muutunud oluliselt katsealuste kehakaal, rasvavaba kehamass või rasvaprotsent kehas. Küll aga paranesid tulemused oluliselt jõunäitajates. Näiteks paranes katsealuste 1 kordusmaksimumjala sirutamisel 30% ning jala painutamisel blokküsteemil keskmiselt 52%, samuti paranes sama harjutuse võimsuse näitajad vastavalt 31% ja 35%. Kontrollgrupi näitajad ei teinud 12 nädala jooksul suuri muutuseid. Vaatamata sellele, et treeninggrupi VO₂max ning VO₂ ei teinud treeningtsükli lõpuks olulisi muutusi paranes nende vastupidavusaeg veloergomeetril 75 %-se VO₂ juures keskmiselt 33%. Muutused hapnikutarbimises ja pedaleerimis ajas väsimiseni on näidatud tabelis 13.

Tabel 13. Muutused hapnikutarbimises ja pedaleerimisel väsimiseni (Marcinik et al 1991)

	Treeninggrupp(n=10)		Kontrollgrupp (n=8)	
	Enne treeninguid	Peale treeninguid	Näitajad uuringu alguses	Näitajad uuringu lõpus
VO ₂ max (ml*kg*min)	44,7	44,8	47,4	47,1
Tipp VO ₂ (ml*kg*min)	38,8	39,7	39,7	39,7
Pedalleerimine väsimiseni (min)	26,3	35,1	27,9	28,5

VO₂max – maksimaalne hapnikutarbimine, Tipp VO₂ – tipp-hapnikutarbimine

Sellist vastupidavuse arengut seostati 12% laktaadi taluvuse tõusuga. Sellist taluvuse tõusu näitasid 55%kuni 75%-lise hapniku tarbimise juures tehtud harjutused, kus treeningu eelse perioodiga võrreldes vähenes vereplasmas oluliselt laktaadi kontsentratsioon. Näiteks enne treeninguid oli keskmine laktaadi kontsentratsioon 70%-lise hapnikutarbimise juures vereplasmas 5,0 mM. Peale treeningperioodi oli sama näitaja vereplasmas kahanenud 32% ehk 3,4 millimoolini liitris. Heaks võrdluseks on ka see, et sama laktaadi sisaldus vereplasmas mis saavutati enne treeninguid 70%-lise hapnikutarbimise juures saavutati peale jõutreeninguid 75%-lise hapnikutarbimise juures (Marcinik et al 1991).



Joonis 4. Vereplasma laktaadi kontsentratsioon erinevate koormuste korral enne ja peale treeningperioodi (Marcinik et al 1991)

Kuigi Marciniku et al (1991) uuringut ei teostatud otseselt jalgratturite või tippSPORTlaste peal, näitas see, et jõutreening aitab kaasa vastupidavuse arengule. Võimalik, et sellised muutused võiksid toimuda ka tippratturite peal, kuid selle jaoks oleks vaja teostada uuring mis keskendub tippratturite laktaadi taluvusvõimele. Eelnevalt oli tõestatud, et vastupidavuse areng jõutreeningu käigus ei tule mitte VO2max arengust vaid jala jõunäitajate arvelt (Hickson et al 1980; Hickson et al 1988). Lisaks jõunäitajate paranemisele tõestas Marciniku et al (1991) uuring, et vastupidavust aitab parandada jõutreeningu käigus ka laktaadi taluvuspiiri nihkumine kõrgemale.

Kokkuvõte

Antud bakalaureusetöö eesmärk oli analüüsida jõutreeningu mõju olulistele füsioloogilistele näitajatele jalgrattaspordis. Töö esimeses pooles vaadeldi millised on profijalgratturile vajalikud antropomeetrilised ning füsioloogilised näitajad. Iseloomustati grupisõidu ja eraldistardi võistlusformaate ning tutvustati jõutreeningu põhitõdesid. Töö teine pool keskendus seatud eesmärkide uurimisele. Vaatluse all oli jõutreeningu mõju pikaajalisele vastupidavusele, eraldistardi võimekusele ning finishi kiirendusele. Samuti analüüsiti milliste füsioloogiliste näitajate arvelt areng toimus.

Töö eesmärgist lähtuvalt uuriti kuidas jõutreening mõjub võistlusolukordadele sarnanevatel testidel. Antud uuringute põhjal võib kokkuvõtvalt öelda, et põhijõu ja maksimaaljõu treeningud aitavad parandada tulemusi nii pikaajalistel pingutustel, eraldistardis kui ka finishi eelsetel kiirendustel. Kui enamus uuringuid näitasid jõutreeningu positiivset mõju, siis oli ka 2 uuringut, mille tulemusena jõutreening ei muutnud uuringualuste aeroobset võimekust.

Aeroobse vastupidavuse areng oli suuresti tingitud lihaskiu tüübi muutustest. Nimelt jõutreeningu käigus kasvas uuringualuste IIA tüübi lihaskiudude arv ning samal ajal langes IIX tüübi lihaskiudude arv. Samuti paranesid jalgratturite võimsusnäitajad. Eraldistardi ja finishi eelse kiirenduse tulemused paranesid suuresti tänu keskmise võimsuse ning jõunäitajate arengule. Kõik töös kasutatud uuringud näitasid jõutreeningu positiivset mõju erinevatele võistlusformaatidele. Ühise joonena võib veel välja tuua selle, et uuringute tulemused ei näidanud suuri muutuseid hapnikutarbimises ja lihashüpertroofias.

Negatiivse poole pealt tuleb mainida, et minule teadaolevalt ei ole tehtud treenitud jalgratturite peal uuringut mis keskenduks laktaadi kontsentratsiooni muutustele peale jõutreeninguid. Leian, et tulevikus võiks koostada uuringu tippratturite peal mille hüpoteesiks oleks: jõutreening parandab professionaalse jalgratturi organismi laktaadi taluvusvõimet.

Kokkuvõtteks võib öelda, et töös kasutatud uuringute põhjal omab jõutreeningu kasutamine jalgrattatreeningute kõrval positiivset mõju nii füsioloogilistele näitajatele kui ka tulemustele erinevatel võistlusformaatidel. Positiivne mõju on eelkõige tingitud tänu suurenenud lihasjõule ja võimsusele ning muutustele lihaskiu tüübis.

Viited

1. Aagaard P., Andersen J. L., Bennekou M., Larsson B., Olsen J.L et al. Effects of resistance training on endurance capacity and muscle fiber composition in young top-level cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*.2011; 21: 298-307
2. Andersen J.L ja Aagaard P, Myosin heavy chain IIX overshooting in human skeletal muscle. *Muscle Nerve* 2000; 23:1095-1104,
3. Bastiaans J.J, Van Diemen A.B, Veneberg T ja Jeukendrup A.E. The effects of replacing a portion of endurance training by explosive strength training on performance in Rained cyclist. *Eur J Appl Physiol*. 2001; 86: 79-84
4. Bishop D, Jenkins D.G, Mackinnon L.T, McEniery M ja Carey M.F. The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Med Sci Sports Exerc*. 1999; 31: 886-891.
5. Bompa T.O ja M.C. Carrera. *Periodization training for sports*. 2nd ed. Champaigne Human Kinetics; 2005
6. Coffey V.G., Shield, A., Canny, B.J., Carey, K.A., Cameron-Smith, D., ja Hawley, J.A. Interaction of contractile activity and training history on mRNA abundance in skeletal muscle from trained athletes. *American J ofPhysiol and Endocrinology Metabolism*, 2006; 290: 849-855
7. Coyle E.F, Feltner M.E, Kautz S.A, Hamilton M.T, Montain S.J et al. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance *Med Sci Sports Exerc*. 1991; 23: 93-107
8. Foss O ja Hallen J. The most economical cadence increases with increasing workload. *Eur J Appl Physiol*: 2004; 92: 443-451,
9. Hickson R.C; Rosenkoetter M.A ja Brown M.M. Strenght training effects on aerobic power and short-term endurance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1980; 12: 336-339
10. Hickson R.C, Dvorak B.A, Gorostiaga T.T, Kurowski ja Foster C, Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *J.Appl. Physiol*. 1988; 65: 2285-2290
11. Hirvonen J ja Aura O. Voimaa ja sen harjoittaminen. *Suomalainen Valmennusoppi. Harjoittelu*. Helsinki, Urheilu Syke OY, 1989

12. Hoff J., Helgerud J., ja Wisloff U. Maximal strength training improves work economy in Rained female kross-country skiers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1999; 31: 870-877
13. Izquierdo M.; Häkkinen K.; Ibanez J.; Kraemer W.J. ja Gorostiaga E.M. Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength, power, muscle cross-sectional area, and endurance markers in middle-aged men. *European Journal on Applied Physiology*. 2005; 94: 70-75.
14. Jackson N.P, Hickey M.S, ja Reiser R.F. High resistance/low repetition vs low resistance/high repetition training. Effects on performance of Rained cyclist. *J Strength Cond Res*. 2007; 21: 289-295
15. Jung A.P. The impact of resistance training on distance running performance. *Sports Medicine*, 2003; 33: 539-552
16. Kraemer W.J., Patton J.F., Gordon S.E., Harman E.A., Deschenes M.R. et al. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletel muscle adaptions. *Journal of Applied Physiology*, 1995; 78: 976 – 989
17. Laursen P.B. ja Jenkins, D.G. The scientific basis for high-intensity interval training: Optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*. 2002; 32: 53-73
18. Loveless D. J, Weber C. L, Haseler L. J ja Schneider D.A. Maximal Leg-Strength training improves cycling economy in previously untrained men. *Med Sci Sports Exerc*: 2005; 37: 1231-1236
19. Marcinik E.J, Potts J, Schlabach G, Will S, Dawson P ja Hurley B.F, Effects of strength training on lactate threshhold and endurance performance, *Med Sci Sports Exercise*, 1991; 6: 739-743
20. Morgensen M, Bagger M, Pedersen P.K, Fernstrom M ja Sahlin K. Cycling efficiency in humans is related to low UCP3 content and to type I fibers but not to mitochondrial efficiency. *J Physiol*2006; 571: 669-681
21. Mujika I ja Padilla S, Physiological and performance characteristics of male professional Road cyclist, *Sports Med*, 2001; 31: 479-487
22. Padilla S, Mujika I, Cuesta G, Goiriena J. J, Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling. *Med Sci Sports Exerc*: 1999; 31: 878-885
23. Padilla S, Mujika I, Cuesta G, Polo J. M, Chatard J. C, Validity of a velodroome test for competitive road cyclist, *Eur J Appl Physiol*: 1996; 73: 446-451,
24. Padilla S, Mujika I, Orbananos J ja Angulo F, Exercise intensity during competition time trials in professional road cycling, *Med Sci Sports Exerc*: 2000; 32: 850-856

25. Padilla S, Mujika I, Orbananos J, Santisteban J, Angulo F et al, Exercise intensity and load during mass-start stage races in professional road cycling, *Med Sci Sports Exerc*: 2001; 33: 796-802
26. Pate R. R ja Kriska A. Physiological basis of the sex difference in cardiorespiratory endurance. *Sports Med*: 1984; 1: 87-98.
27. Paton C.D ja Hopkins W.G. Combining explosive and high-resistance training improves performance in cometicitive cyclists. *JStrength Cond Res*. 2005; 19: 826-830
28. Ronnestad B.R., Hansen E.A. ja Raastad T. Effect of heavy strength training on thigh muscle cross-sectional area, performance determinants, and performance in well-trained cyclists. *Eur J Appl Physiol*: 2010; 108: 965-975.
29. Ronnestad B.R., Hansen E.A. ja Raastad T. Strength training improves 5-min all out preformance following 185 min of cycling. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 2011; 21: 250-259
30. Storen O., Helgerud J., Stoa E.M ja Hoff J. Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2008; 40: 1089–1094
31. Sunde A, Storen O, Bjerkaas M, Larsen M. H, Hoff J et al. Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *J Strength Cond Res*: 2010; 24: 2157-2165
32. Swain D. P, Coast J. R, Clifford P.S, Milliken M. C, Stray-Gundersen J, Influence of body size on oxygen consumption during bicycling. *Appl Physiol*: 1987; 62: 668-672,
33. UCI (Union Cycliste Internationale). UCI WorldTeams – 2016 Season, 2016, <http://www.uci.ch/road/teams/> 15.04.2016
34. UCI (Union Cycliste Internationale). UCI Racing Calendar – 2016 Season, 2016, <http://www.uci.ch/road/calendar/> 15.04.2016
35. Wilmore J.H, Parr R.B, Girandola R.N, Ward P, Vodak P.A et al, Physiological alterations consequent to circuit weight training, *Med. Sci. Sports* 1978; 10: 79-84,

Summary

Effects of strength training on important physiological characteristics in cycling

The aim of this bachelor's thesis was to analyze the effects of strength training on important physiological characteristics in cycling. First half of the thesis was an overview on important anthropometrical and physiological characteristics of professional cyclists. There were also basic knowledge of strength training and characterizing of time-trial races and mass-start races. Second part of the work focused on thesis purposes. Under investigation were effects of strength training on long term endurance, time-trial and sprinting performance. Effects of strength training on oxygen uptake, power measures, lactate threshold and muscle strength were also investigated in second half of thesis.

For the purpose of this thesis it was investigated how strength training effects laboratory tests which are similar to different competitive situations. In conclusion, keeping in mind those studies which were used, it can be said that heavy and maximal strength training are helping to improve results in long term endurance, time-trial and sprinting ability.

Long term endurance developed mostly because of changes in muscle fiber composition. Number of IIA type muscle fibers were increased while number of IIX type fibers were decreased during strength training period. Improvement in mean power measures were also showed. Improvements in time-trial and sprinting performance were related mostly to better mean power measures and muscle strength. All studies which were used in this bachelor thesis showed positive outcome for different competition formats. Common thread in most of the studies was, that there were no significant changes in oxygen uptake or muscle hypertrophy in result of strength training.

In conclusion it can be said that the used studies indicated that strength training has a positive effect on important physiological characteristics for cyclists.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Markus Paas

(Sünnikuupäev: 01.01.1991)

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose,
Jõutreeningu mõju peamistele füsioloogilistele näitajatele jalgrattaspordis,
mille juhendaja on PhD Jarek Mäestu

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil,
sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja
lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas
digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus 09. 05. 2016